引用格式：裴瑞敏, 张超, 陈凯华, 等. 完善我国农作物种业国家创新体系 促进创新链产业链深度融合. 中国科学院院刊, 2022, 37(7): 967-976.
Pei R M, Zhang C, Chen K H, et al. Promote deep integration of innovation chain and industry chain by improving national innovation systems of crop seed industry. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2022, 37(7): 967-976. (in Chinese)

完善我国农作物种业国家创新体系 促进创新链产业链深度融合

裴瑞敏[1,2]　张　超[1]　陈凯华[1,2*]　魏雪梅[3]

1 中国科学院科技战略咨询研究院　北京　100190

2 中国科学院大学　公共政策与管理学院　北京　100190

3 中国科学院文献情报中心　北京　100190

摘要　新形势下做大做强农作物种业、保障粮食安全已被提升至国家战略层面，当前迫切需要完善农作物种业国家创新体系，促进创新链产业链深度融合。相对于农业科技强国已形成以企业为主的农作物种业国家创新体系，我国农作物种业仍面临着国家创新体系大而不强、科技创新效能低下、创新链产业链融合的创新生态尚未形成等问题，严重制约了我国种业的高质量发展和国际竞争力提升。文章在分析全球农作物种业创新发展态势的基础上，剖析种业国家创新体系制约我国种业创新链产业链融合的问题和障碍。建议要充分考虑农作物种业科技创新的独特规律和需求，加强顶层设计，宏观统筹优化整合全国种业科技力量，构建以市场为导向、以企业为主体、产学研政结合、全产业链一体化的中国特色农作物种业国家创新体系；在充分考虑区域差异性基础上发挥全国统一大市场的优势，促进创新链产业链融合。

关键词　农作物种业，国家创新体系，产业链，创新链，粮食安全

DOI　10.16418/j.issn.1000-3045.20220226002

农作物种子是基础性农业生产资料，是保障国家粮食安全的根本，是农业的“芯片”。新形势下，推进农作物种业高质量发展对提升农业发展效率和实现“自主可控”、将“中国人的饭碗牢牢端在自己手中”具有重要战略意义。当前，我国在农作物种子科技发展，特别是重点科技领域（如生物育种方面的基础研究和技术开发）已取得突出进展，论文发表和专利授权数量快速增长。通过检索 Web of Science 核心数据库和 IncoPat 专利数据库，从论文发表和专利授权的数量上看，美国和中国以绝对优势处于第一梯队。

*通信作者

资助项目：科学技术部科技创新战略研究专项（ZLY202137），国家自然科学基金青年项目（71904185），国家杰出青年科学基金（72025403）

修改稿收到日期：2022年6月22日

然而，我国农作物种子核心技术仍明显受制于人：一方面，表现为我国科研成果质量不高，在全球高被引论文、全球有高价值核心专利及海外专利布局等方面，都与美国存在较大差距；另一方面，表现为美国等发达国家已形成以跨国龙头企业为主导，以育种、制种、销售三大环节为主线的较为成熟的农作物育种产业创新体系，而我国农作物种业国家创新体系不完善，具体体现在：我国农作物育种创新体系和创新生态不完善，存在创新主体“小、散、乱”、育种体系创新效率低、种业企业创新能力弱、种业创新链产业链脱节及种业监管体系不健全等突出问题，严重制约了我国农作物种业的高质量发展。因此，加强农作物种业创新体系和创新生态建设，是促进创新链产业链深度融合、解决种业发展的“卡脖子”问题、提升种业国际竞争力、推动农作物种业高质量发展的有效途径，有助于满足我国农业用种量需求巨大且人均耕地面积不足的现状，从而确保国家粮食安全。

1 全球化高效能农作物种业国家创新体系已形成

当前，全球农作物种业科技创新体系以跨国龙头企业主导的创新链产业链融合体系与国家农作物种业科技创新体系之间相互嵌套的形式呈现，形成了全球化的高效能农作物种业国家创新体系。

1.1 全球已形成跨国龙头企业主导的创新链产业链融合体系

在全球范围，农作物种业产业集中度不断提高，种业企业规模迅速扩大，龙头企业发展日益国际化，种业产业链一体化态势日趋明显。全球种业企业正朝着多元化、集团化和国际化方向发展。目前，全球排名前 20 的种子企业销售额呈现“两超四强、差异发展”态势[①]。“两超”是指德国的拜耳（孟山都）公司和美国的科迪华农业科技公司，“四强”是指先正达集团、巴斯夫公司、利马格兰公司和科沃施公司。高度集中的产业态势使得种业创新资源高度汇集在大型种业企业中，以种业龙头企业牵动创新链产业链融合。全球前五大种业科技公司构筑了种业研发技术的壁垒，在种业研发人才和研发能力、专利申请、种质资源库、技术转移转化、产业化等方面形成独特优势。

（1）*构建全球研发网络基地，汇集全球研发力量。*拜耳（孟山都）公司形成以研发战略部为主的“项目管理机构”，在全球范围内构建研发网络基地，雇佣大约 1.6 万名来自高校、科研院所等的科学家投入其研发项目中；同时，聚焦前沿数据科学创新，尤其是人工智能和机器学习，以实现“高科技+大数据”的精准农业研发战略。

（2）*研发全球先进种业生物育种技术，建立全球最全种质资源库。*生物育种的专利分析表明，全球生物育种研发的一个显著特征是企业的创新主体地位愈加突出。从全球专利申请人的排名看，科迪华、原孟山都、先正达、拜耳、巴斯夫五大跨国公司占绝对优势，1926—2020 年合计专利申请数达到 14 060 件，占全球专利申请量的 14.3%[②]。从创新资源上看，科迪华拥有全球最齐的全种质资源库，同时也有种子研发团队专攻农业领域，以及适用最广泛的基因编辑技术和相关的赋能技术。

1.2 主要农作物种业发达国家实现了国家创新体系与龙头企业主导的全球产业创新体系的嵌套

全球种业发达国家集中在欧美，以美国、德国为代表，呈现以跨国企业带动的“种质收集和技术研发全球化、产品本土化”的态势，并不断在全球范围内

① 王莺 . 他山之石，复盘全球种业巨头成长路径看种业未来 . (2021-01-25). https://www.weihengag.com/Home/article/detail/id/8557.html.
② 检索截止日期为 2021 年 1 月 8 日，专利时间范围为 1926—2020 年。

拓展产业链，积极融合全球创新链，提升竞争力。同时，主要种业发达国家的政府从创新链产业链融合的角度部署项目并给予政策支持，构建以龙头企业为主导的国家种业科技创新体系。政府围绕创新链产业链融合视角部署的研发项目具有 4 个特点：① 资助项目旨在促进大学、政府研发机构、行业组织之间的合作；② 以项目带动人才培养，人才根据产业需求流入不同环节；③ 项目的选题大部分源自种植问题或市场需求；④ 针对小麦、玉米等单个农作物育种开展项目部署。

以美国为例，美国是全球第一种业大国，美国的种子市场份额占全球 35%。这得益于美国逐渐形成的以龙头企业为主的种业创新体系。美国种业发展已有 100 多年的历史，历经了政府主导期、立法过渡期、垄断经营期到全球经营期的发展历程。政府主导期（1900—1930 年）：创新主体是美国州立大学和农业试验部门，主要技术是外来品种试验后本地化；由于缺乏良种法律保护，很多品种很快出现混杂退化现象。立法过渡期（1930—1970 年）：美国通过立法对品种进行保护，种业逐步市场化，私有资本开始进入生物育种研发[1]，创新主体从以公立机构为主转向私立机构为主。垄断经营期（1970—1980 年）：私营种子公司成为美国种业的支柱；这一时期，重组 DNA 技术等生物科技的发展推动种业快速发展③。高新技术的应用和超额利润吸引了大量资本，通过市场竞争和科技创新，形成了“科研、生产、销售、服务”一体化的垄断经营模式。全球经营期（1990 年至今）：美国种业快速发展并不断开拓海外市场，从垄断美国国内市场向垄断全球市场迈进，跨国龙头企业带动全球产业链发展。

美国种业创新体系通过不断演化，逐渐形成了围绕产业链部署创新链的 3 层创新主体[2]，包括：① 由美国政府或公共基金资助的原创性种业基础研究，主要由大学、公共科研机构和美国农业部（USDA）所属试验站执行；② 由大型种业企业或生物科技企业资助技术研发，大学团队、生物科技企业和大型种业企业的研发部门是主要执行主体；③ 由大中型种子企业投资的商业化育种。其特点表现为：企业是创新主体。种业龙头企业利用全球科技资源统领美国种业创新链和产业链，直接参与技术开发、生产、销售和服务；它们虽然不直接开展基础研究，但面向需求提出科学问题，并组织科研力量开展研究。政府起推动作用。政府在种业发展初期起主导作用，后期起推动作用。美国种业的政府主体主要是美国农业部。自 1862 年美国农业部成立就设立种子处，负责收集新的种子和种苗，并进行适应性种植试验。美国农业部国家粮食和农业研究所（NIFA）设立植物育种协调农业计划（CAPs）等支持种业育种科技创新的资助计划，鼓励面向需求、公私合作、资源整合、开放创新的种业科技创新。在农作物育种的论文检索中，美国农业部成为美国甚至全球发文最多的机构④。高等教育机构为种子基础研究和技术研发提供必要的人力资源。尤其是《莫雷尔法案》及其随后相关法令的颁布实施，促进了美国农业高等职业技术教育的大发展，为美国农业发展提供了人才保障和智力支持，促进了美国农业经济的飞速发展。

2 我国农作物种业国家创新体系大而不强、效能不高

近年来，我国不断加强种业国家创新体系建设和种业企业培育。仅 2011—2019 年在种业提升工程中就投入了近 18 亿元中央预算内基本建设资金，并撬动了

③ 重组 DNA 技术随着 20 世纪 50—60 年代生物学进步而发展，经过 20 世纪 60—70 年代的讨论与论证，20 世纪 80 年代加速发展。
④ 检索截止日期为 2022 年 2 月 17 日，检索数据库：Web of Science。

其他资金 12.8 亿元[3]。然而，与美国等发达国家的种业创新体系相比，我国农作物种业国家创新体系大而不强，核心技术落后于人，种业资源配置不合理，企业创新能力弱。

2.1 我国农作物种业科技创新存在短板，核心技术落后于人

生物育种是推动现代种业发展的基石，我国生物育种研究取得快速发展，在论文和专利数量方面已紧逼美国，但在质量和核心技术方面仍有较大差距。

（1）农作物育种研发质量存在短板。虽然我国发表的生物育种相关论文累计占全球论文的 14%，已成为仅次于美国（论文比例为 36%）的生物育种创新大国⑤；但是，在全球 1 713 篇高引用论文中，我国仅占 403 篇，而美国有 921 篇。此外，虽然目前我国当年申请专利数已经超过美国，但在全球高价值⑥的 8 379 件生物育种核心专利中，我国仅有 461 件，而美国却拥有 6 035 件。上述情况说明，我国农作物育种研发虽然在数量上表现良好，但是在质量上仍然存在短板。

（2）农作物育种产业关键核心技术受制于人。我国种业缺乏原始创新和领先性创新，基因编辑和调控技术等关键核心技术仍然由国外机构掌控。例如，在基因性状功能鉴定和等位基因发现方面，美国拥有高达 12 930 件专利，而我国仅有 3 409 件专利，差距较大。又如，已经有大量的种子重要功能基因被发达国家的种业企业发现并注册申请专利。因此，中国将来若要提高农作物的某方面性状，则不可避免地受到国外知识产权限制，从而陷入关键技术被“卡脖子”的境地。

（3）农作物种质资源精准鉴定不足，同质性强。农作物种质资源是改良品种的基因来源。虽然我国农作物种质资源长期保存总量超过 517 299 份[4]，保存总量稳居世界第二位；但是，只有不到 10% 进行了初步精准鉴定[5]，鉴定的广度和深度不足，离实际生产应用有较大差距。与此同时，在新品种培育方面，我国农作物种质资源同质化严重，优异种源创制上和美国等存在较大差距。

2.2 农作物种业国家创新体系内创新主体协同不够，创新力不足

据不完全统计，我国拥有农业院校 84 所，农科院体系在全国范围内有 34 个直属研究所和 9 个共建研究所⑦，种业企业 3 421 家（2018 年数据），此外，还有 17 个农业领域国家重点实验室、16 个种子相关国家工程技术中心、34 个国家认定的种业企业技术中心；但是，农作物种业创新链、产业链隔离，种业创新体系大而不强，种业创新效率低下。

（1）我国农作物种业资源配置不合理，产学研协同性差。我国育种资源（包括种质资源、育种人员等）80% 以上集中在国有科研院所和高校，种业企业占有的育种资源不足 20%。然而，种子研发经费 80% 以上主要投入在农业科技应用技术研究上，只有不足 20% 的经费真正投入在育种过程中[6]。科学技术部 2016—2018 年持续部署国家重点研发计划“七大农作物育种”重点专项，目前已知部署 50 多个项目，总资金将近 10 亿元。但这些项目主要承担单位为科研机构和高校，企业在其中的作用甚微⑧。此外，我国农作物种业科技人才、种质资源等科技资源配置长期过于集中在科研院所和高校[7]，导致研究成果与市场需

⑤ 检索时间：2021 年 1 月 8 日；检索数据库：IncoPat 专利数据库。

⑥ 本研究中将专利价值度星级为 10 的专利认定为高价值专利。价值度星级融合了专利分析行业内最常见和重要的技术指标（如技术稳定性、技术先进性、保护范围层面的 20 多个技术指标）并通过设定指标权重、计算顺序等得到。

⑦ 笔者根据《2019 年高等教育科技统计资料汇编》统计。

⑧ 笔者根据科学技术部国家重点研发计划“七大农作物育种”重点专项资助结果统计。

求相脱节、新品种选育和产业化相脱节。同时，在现行考核评价体系下，科研院所和高校由于更注重理论发现、论文、专利等成果，导致技术研发不能主动对接种业企业或农民需求，进而导致产学研协同性差、农作物种业创新体系整体创新效能不高。

（2）我国农作物种业企业规模小，创新能力弱。我国现有种业企业绝大部分都是推广公司，其中具备自主研发能力的企业少，掌握的科技资源不足；同时，种业企业本身研发投入严重不足，研发效率低下。① 我国种子企业规模偏小，行业集中度低，难以形成规模效应。从全球数据看，2018 年世界前三强种子企业的市场份额约为 50%，企业规模大、行业集中度高。而我国种业市场中，2018 年注册资本在 3 000 万元以上的种业企业（约有 1 186 家）却仅占 34.7% 的市场份额，前 50 强的种子企业仅占约 35%的市场份额。虽然我国正在通过海外兼并等方式塑造龙头企业、提升产业集中度，如中国化工集团收购先正达集团；但是，我国农作物种业领域仍存在很多小而散且研发能力不强的企业，行业分散，无序竞争频发，抗风险能力和国际竞争力尚不足。② 企业规模偏小导致研发投入不足，创新能力弱。美国农作物种业相关专利的申请主要以企业为主，而我国累计的专利申请中主要以科研院所和高校为主（约为 60%），企业占比较少（约为 33%）；我国全部种业企业在 2019 年研发投入总计 39 亿元人民币，而拜耳一家公司每年在种业上投入即达 20 亿美元。由上述可知，我国种业企业规模较小，在国际市场份额占比很低，研发投入不足且创新能力弱，企业的总体技术水平与国际种业集团相比类似“小舢板”和“航母”的差距。

3 我国农作物种业国家创新体系治理不完善是导致创新链产业链融合难的主要原因

我国农作物种业国家创新体系治理不完善，以及面向全创新链的农作物种业产业监管体系不健全，是导致我国农作物种业科技创新体系大而不全、效能低下的主要原因。

3.1 我国农作物种业国家创新体系治理不完善

我国“作坊式”的育种方式导致种业创新体系区域分散严重，生物育种相关政策不健全，难以形成规模效应和创新生态。

（1）我国生物育种技术的政策壁垒阻碍了其产业化发展。我国促进生物育种技术发展的政策尚不完善。以转基因育种技术为例，我国缺乏配套的产品产业化政策，现行很多政策并不适应转基因技术的发展及产业化，育种技术的应用被自己“卡脖子”。美国在 20 世纪 70 年代通过一系列政策法规保障了育种技术开发从公共部门转向私有部门，极大推动了生物育种技术的发展和商业化应用。而我国对于育种技术和新品种的知识产权保护和示范推广政策和机制存在一定缺陷。虽然自 2020 年以来我国开始出台政策以大力推动生物育种技术，但离产业化和形成良好的创新生态还存在一定差距。

（2）缺少调动资源和衔接基础研究与育种应用的龙头企业。龙头企业的资源整合能力尚未显现，创新链与产业链脱节。育种资源主要集中在科研院所和高校，而种子品种需求更多的是企业或农民。基础研究与育种应用脱节，良种商品化率低，难以推动种业发展。龙头企业对于推行行业标准、完善全产业链创新有较大带动作用，并能形成较大范围的种质资源和专利资源，而这对于形成产业生态具有重要意义。我国自 2016 年采用兼并收购的方式塑造种业龙头企业。例如，中国化工集团收购全球领先植保公司、高价值种子领域排名第三的先正达；袁隆平农业高科技股份有限公司（简称“隆平高科”）也正在加大发展与并购步伐。这在一定程度上优化了种业产业生态，但效果还有待进一步显现。目前，国内现有种业企业未能形成良好的产业创新生态，缺少完备的品种选育、种子生产、示范推广、营销一体化的产业化体系，难以提

升我国种业的国际竞争力。

此外，育种人才、种质资源等科技要素向种子企业流动的机制不畅，以市场为导向、企业为主体的研发创新体系尚未形成，也导致整个创新体系缺乏活力，整体研发水平难以提升。

3.2 面向全创新链的农作物种业产业监管体系不健全

种业全产业链涉及科研院所和高校、种业生产企业、种业加工企业、种业销售企业和农户等多种主体，包含品种研发、培育和销售等多环节，涉及资金、技术、人力等多方投入。当前阶段，我国种业科技创新体系的监管还存在诸多问题，相对薄弱：在研发、生产、销售 3 个阶段均未形成完备的监管体系，在一定程度上造成了市场运行混乱。

*在研发阶段，*专业化主体（如科研院所、种子公司）对新品种的争夺较为激烈，提高了新品种审核的报送比例，但质量并没有提高；生物育种技术的植物新品种审批机制不完善，导致创新品种的技术转化迟缓；监管和审查机制效率低下导致规模化、组织化的育种研发相对较少，进而造成同质化研发增多，严重浪费科研资源。

*在生产阶段，*大多数种子生产繁育是通过分散的农户在露天环境下进行的，规模相对较小的繁育体系与理论上所要求的严格隔离、单品种（组合）成片种植标准相悖。加强生产环节的监管有利于推广统一化的生产标准，保障种子生产的质量。

*在销售阶段，*由于销售阶段的利润空间相对较大，销售公司与代理商异常活跃，使整个种业销售市场无序竞争；相互欺诈、哄抬价格、囤积堵售的无序化商业竞争行为时有发生，暴露了监管环节的缺失。

4 建设中国特色的农作物种业国家创新体系的政策建议

高效能农作物种业国家创新体系建设是我国农作物种业科技自立自强的保障，也是促进创新链产业链融合的基础。我国需从根本上保障国家粮食安全出发，基于农业种业发展规律，在有效发挥政府引导基础上，构建以市场为导向、以企业为主体、产学研政结合的中国特色农作物种业国家创新体系，以创新体制机制、推进良种联合攻关，充分发挥龙头企业在全国统一大市场中的积极作用。打通上、中、下游创新链条，促进创新链和产业链深度融合，形成全产业链一体化的创新模式，加快培育和推广高产稳产、绿色生态、优质专用、适宜全程机械化的新品种。

4.1 加强顶层设计，强化政府引导，发挥新型举国体制优势

强化统筹谋划，加速创新资源优化整合，推进创新主体协同合作，共同推进健全农作物种业国家创新体系建设。

*（1）制定种业发展战略和细分行业的创新发展规划。*建议在《“十四五”现代种业提升工程建设规划》的基础上推进“国家种业发展战略”及农作物种业的创新发展规划，以明确种业发展路径，以及相关企业、高校、科研院所的主体责任；从国家层面加大对种业关键环节研发的支持力度，更新完善国家重点研发计划“七大农作物育种”专项，建议从促进创新链产业链融合视角加强项目部署和管理，同时完善农作物种业产业发展政策。

*（2）利用大国优势构建创新链产业链融合机制。*① 加速育种领域国家实验室建设，重点建设一批国家和区域性育种中心，提升我国种业科技条件的基础支撑和保障水平。② 充分发挥国家种业技术创新中心作用，集中科研院所的育种资源优势和种子企业高效的成果转化优势，充分实现科研成果商业价值。 ③ 利用大国优势发展壮大种业产业，优化整合种业科技力量，扭转种业市场“小、散、乱”局面，有效调动科研机构、大专院校和种子企业积极性。

（3）引导建立从“基因组研究”到“田间育

种”的集成工具和平台。最大限度集成研发和生产环节的各类主体，解决非常规育种中存在的技术难点，加强非竞争性主体资源和信息的共享，解决实验室研究与田间育种有效对接问题，以及育种平台的权责与归属问题，从而发挥平台在种业科技创新体系中的作用。

4.2 打造龙头企业，带动上中下游、产学研用深度融合，完善现代种业创新生态

种业企业是推动国家种业发展和科技创新的主体，尤其龙头企业对带动整个产业生态具有重要作用。在种业产业主体培育中，要着力打造航母型领军企业、特色优势企业、专业化平台企业等，最大限度发挥企业作为主要创新主体的作用，围绕产业链部署科研项目，促进产学研深度融合。

（1）整合种业企业资源，打造种业龙头企业。通过种业企业兼并重组与资源整合，鼓励国有种业企业做大做强，打造具有核心竞争力的创新型领军企业，提高市场集中度。形成企业间良性竞合关系，增强我国种业的抗风险能力，有效应对育种风险。保持稳定的科研育种投入，并拓展其后续经营与服务业务，提升我国农业企业的创新能力和国际竞争力[9]。同时，通过发展种业龙头企业，打造产学研科企深度融合的种业技术创新体系，发挥跨国央企种业国家队的使命和担当。

（2）聚焦共性技术难题，创建农业科技创新联盟。面向种业共性技术和难题，以龙头企业为主建立非营利法人性质的国家农业科技创新联盟。培育一批在种业产业链、创新链、供应链重点环节上提供专业化技术支撑或服务的平台型企业[10]，联合高校、科研机构、企业等种业科技创新主体各方优势，利用互联网、大数据等信息资源开展种源“卡脖子”技术研发。

（3）围绕产业链部署科研项目，实现关键核心技术联合攻关。打破原有各自为政的科研方式，以及在项目中部署创新链的资助方式，以市场为导向，围绕产业链系统部署种子科技创新攻关项目，涵盖材料创制、品种培育、良种繁育及产业化应用等多方面；整合集成上中下游力量，建立应用与研发、市场与研发的信息反馈机制，以问题促研发，以需求促进选育品种，实施种业关键核心技术联合攻关，重点培育和转化重大突破性新品种。

4.3 完善农作物种业科技创新资源流动机制，提高种业创新能力输出

（1）实现科研院所、高校与种业企业资源市场化共享共用机制。科研院所、高校应积极对接种业企业，加强产学研融合，鼓励种业科研单位人才、技术及资源储备等向企业转移；坚持基础研究和应用研究并举，推进科研与生产、品种与市场的有机深度融合，使种业的研发成果更好地市场化，提升种业的创新能力。

（2）加强产学研之间的人才流动。积极探索与产业界协同培养种业人才的新途径，打通人才流动机制。以市场需求为导向，实现种业科技资源、成果、人才在学术界和产业界间有序流动，使种业科技人才“活起来”，实现各创新主体的协同发展。

（3）完善种业科研成果向创新链下游转移机制。建立全国性的种子研发应用推广体系，缩短种业分销渠道。鼓励各种业科研单位、各地农科院、各高校院所研究成果市场化，使产业基础研究与研究成果市场化有机结合，极大丰富种子企业的种质资源及品种储备，为企业后续新品大量推出奠定基础。

（4）健全种业企业金融支持机制，保障种业技术研发稳定投资。支持种业龙头企业根据实际需求发行中长期债券，鼓励金融机构与优势企业对接。针对种业核心技术攻坚难、研发及投资期长、担保资源不足等问题，研究开发覆盖育种、繁育制种到生产加工、推广销售等环节的金融保险产品，强化投贷联动，探索融资担保方式，形成长期稳定的资金支持。

4.4 强化农作物种业科技创新的法规、激励、产权支撑，加强监管能力建设

从法律法规、评价激励机制、知识产权保护、创新体系监管等方面完善农作物种业科技创新支撑体系。

（1）完善法律体系。借鉴发达国家经验，在种业发展的关键期，从贸易、知识产权、标准等多个方面构建促进种业发展的法律体系。需要完善种业相关法律体系建设，包括将《植物新品种保护条例》上升为《植物新品种保护法》[11]，以提高其法律位阶。

（2）完善评价和激励机制。改革现有种业科技成果评价体系，突出需求导向和市场导向，探索建立适用于产业界和学术界融合发展的科技评价机制，引导和鼓励更多科研人员"把论文写在祖国大地上"。

（3）加强植物新品种等知识产权保护。将实质性派生品种的保护规则立法，以避免低水平种质资源重复创制。强调企业创新主体地位，鼓励企业自主创新和原始创新，加强对企业创新利益的保护，提高各创新主体的积极性，培育具有重大原始创新的新品种。

（4）加强种业科技创新体系监管能力建设。将监管主体有效融入种业科技创新体系，强化种业体系的监管，规范研发、生产、销售等多环节的日常监管。健全农作物品种退出机制，加强销售体系的建设监管，搭建生产端与种植端沟通的桥梁，加快优良品种推广。

参考文献

1 贺利云. 美国种业的转型升级及对中国的启示. 世界农业, 2013, (2): 51-56.
He L Y. The transformation and upgrading of American seed industry and its enlightenment to China. World Agriculture, 2013, (2): 51-56. (in Chinese)

2 王伟成. 美国种业科技创新及品种管理的见闻与启示. 作物研究, 2014, 28(1): 81-85.
Wang W C. The experience and enlightenment of the scientific and technological innovation and variety management of the seed industry in the United States. Crop Research, 2014, 28(1): 81-85. (in Chinese)

3 谭淑豪. 我国种业健康发展需系统创新. (2021-08-16)[2022-02-10]. http://www.rmlt.com.cn/2021/0816/621968.shtml.
Tan S H. The healthy development of China's seed industry requires systematic innovation. (2021-08-16)[2022-02-10]. http://www.rmlt.com.cn/2021/0816/621968.shtml. (in Chinese)

4 农业农村部种业管理司, 全国农业技术推广服务中心, 农业农村部科技发展中心. 2020年中国农作物种业发展报告. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2020.
Bureau of Seed Management of Ministry of Agriculture and Rural Affair of the People's Republic of China, National Agro-Tech Extension and Service Center, Development Center of Science and Technology of Ministry of Agriculture and Rural Affair of the People's Republic of China. Crop Seed Industry Development Report in China. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2020. (in Chinese)

5 祖祎祎. 顶层部署！"十四五"作物种质资源工作怎么干？. 农民日报, 2021-05-12(01).
Zu Y Y. Top-level plan! How to do the work on crop germplasm resources in the "14th Five-Year Plan"?. Farmers Daily, 2021-05-12(01). (in Chinese)

6 侯军岐. 我国种业科技创新体系建设研究. 中国种业, 2017, (1): 13-17.
Hou J Q. Research on the construction of science and technology innovation system of seed industry in China. China Seed Industry, 2017, (1): 13-17. (in Chinese)

7 吴涛, 王建, 宋晓东, 等. 中国要突破分子育种困境. 瞭望, 2019, (28): 22-23.
Wu T, Wang J, Song X D, et al. China needs to break through the dilemma of molecular breeding. Outlook, 2019, (28): 22-23. (in Chinese)

8 薛勇彪, 种康, 韩斌, 等. 创新分子育种科技 支撑我国种业发展. 中国科学院院刊, 2018, 33(9): 893-899.
Xue Y B, Chong K, Han B, et al. Innovation and achievements of designer breeding by molecular modules in China. Bulletin

of Chinese Academy of Sciences, 2018, 33(9): 893-899. (in Chinese)

9 孙喜, 李明, 徐珂欣. 从产业升级中的龙头企业角色理解创新的非线性特征. 科学学与科学技术管理, 2022, 43(1): 107-123.

Sun X, Li M, Xu K X. Lead firms in the non-linear industrial evolution. Science of Science and Management of S & T, 2022, 43(1): 107-123. (in Chinese)

10 李慧. 未来5年，我国种业如何发展. 光明日报, 2020-12-18(10).

Li H. How will China's seed industry develop in the next 5 years. Guangming Daily, 2020-12-18(10). (in Chinese)

11 张胜, 李慧, 颜维琦, 等. 一国粮食安全，系于种质资源. 光明日报, 2021-01-15(07).

Zhang S, Li H, Yan W Q, et al. A country's food security depends on germplasm resources. Guangming Daily, 2021-01-15(07). (in Chinese)

Promote Deep Integration of Innovation Chain and Industry Chain by Improving National Innovation Systems of Crop Seed Industry

PEI Ruimin[1,2] ZHANG Chao[1] CHEN Kaihua[1,2*] WEI Xuemei[3]

（1 Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;
2 School of Public Policy and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;
3 National Science Library, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China）

Abstract Under the new situation, expanding and strengthening the crop seed industry and ensuring food security have been elevated to the national strategic importance. It urgently needs to improve the crop seed national innovation system and promote the deep integration of the innovation chain and industrial chain. The crop seed industry in developed countries such as the United States has formed a relatively mature industrial innovation system dominated by enterprises; however, China's crop seed industry innovation system is large but weak, the seed industry innovation efficiency is low, and the innovation ecology of the innovation chain and the industrial chain integration is immature, which seriously restrict the high-quality development of China's seed industry. Based on analyzing the development trend of the global crop seed industry and identifying the problems and obstacles restricting the integration of China's seed industry innovation chain and industrial chain, it is suggested to fully consider the unique laws and needs of agricultural seed industry innovation, strengthen top-level design, optimize and integrate the national seed industry scientific and technological forces, and build a market-oriented, enterprise-centered, industry-university-research-government integration, and whole industry chain integration. The seed industry innovation system with Chinese characteristics fully utilizes the advantages of a unified large national market on the basis of fully considering regional differences, so as to promote the integration of the innovation chain and the industrial chain.

Keywords crop seed industry, innovation system, innovation chain, industry chain, food security

*Corresponding author



裴瑞敏　中国科学院科技战略咨询研究院创新研究员。主要研究领域：科技战略、科技政策、创新管理等。承担国家自然科学基金委员会、科学技术部、中国科学院等多项课题，在国内外期刊发表论文30余篇。E-mail: peiruimin@casisd.cn

PEI Ruimin　Ph.D. in Management Science and Engineering, Professor of Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences (CAS). Her research focuses on S&T strategy, science & technology policy, innovation management, etc. In recent years, she has mainly undertaken projects sponsored by the National Natural Science Foundation of China, the Ministry of Science and Technology, CAS, etc. She has published more than 30 papers in domestic and international journals. E-mail: peiruimin@casisd.cn



陈凯华　中国科学院科技战略咨询研究院研究员，中国科学院大学公共政策与管理学院教授。国家杰出青年科学基金项目获得者，中国科学院青年创新促进会优秀会员。主要研究领域为国家创新系统、创新发展政策、科技人才管理与战略、创新计量与管理、技术预见等。
E-mail: chenkaihua@casisd.cn

CHEN Kaihua　Professor of Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences (CAS), and University of Chinese Academy of Sciences. He was awarded the National Science Fund for Distinguished Young Scholars of National Natural Science Foundation of China, and the Outstanding Member of the Youth Innovation Promotion Association, CAS. His main research interests include national innovation systems, innovation development policy, science and technology talent management and strategy, innovation metrics and management, and technology foresight. E-mail: chenkaihua@casisd.cn

■责任编辑：张帆